

电气工程自动化设备故障诊断技术研究与应用研究

季清声

西岔电灌工程水利管理局，甘肃兰州，730299；

摘要：电气工程自动化设备是工业生产、能源供应、基础设施运行的核心支撑，其运行稳定性直接决定生产效率与安全水平。随着设备复杂度提升与运行环境多样化，传统故障诊断方式已难以应对“快速定位、精准排查、提前防控”的需求，故障诊断技术逐步向数字化、智能化方向升级。本文围绕电气工程自动化设备故障诊断技术展开分析，先阐述技术应用的核心价值，再梳理当前技术研究与应用中的突出短板，最后从技术优化、应用适配、体系完善三方面提出推进策略，旨在推动故障诊断技术充分发挥效能，保障电气工程自动化设备稳定、高效运行。

关键词：电气工程；自动化设备；故障诊断技术；技术优化；应用适配

DOI：10.64216/3080-1508.26.01.082

引言

电气工程自动化设备，靠电子、机械、控制等多领域技术结合，能自动管控生产和运行过程，在电力系统、制造业、建筑工程等很多领域都用得很广。这类设备常年处在高负荷、多干扰的环境里，容易出故障。比如部件用久了老化、参数变偏了、受外部冲击了，都可能让设备出问题。要是故障没及时发现、处理，不仅会让设备停机、生产停下，还可能引发安全事故，造成经济损失。以前给这类设备查故障，大多靠人巡检，等坏了再拆开来找问题，有很多缺点：效率低、找不到准确故障位置、容易漏掉没爆发的隐患。人没法实时盯着设备内部的核心参数，坏了之后只能一个部件一个部件查，停机时间变长；而且没法提前看出部件要老化、参数要异常，只能等坏了再修，满足不了设备“一直稳定转”的需求。现在，传感、大数据、人工智能这些技术发展快，电气工程自动化设备的故障诊断技术也在不断更新，慢慢能做到“实时监测、智能分析、提前预警”。清楚这种诊断技术的用处、解决它在研究和使用中的不足、找到推进的方法，对提高设备管理水平、保证各个领域生产稳定运行，都很关键。

1 电气工程自动化设备故障诊断技术应用的核心价值

1.1 提升故障诊断效率，减少停机损失

这种故障诊断技术，最核心的用处就是打破传统人工查故障的效率瓶颈，能快速认出故障、找到故障位置，大大缩短设备停机时间，减少相关损失，主要体现在两

点。一方面，能实时查故障，不让故障悄悄扩散。在设备的关键部件上，比如电机、传感器、控制器，装专门的传感设备，实时收集设备运行的参数，像温度、转速、电压、电流这些。再通过数据传输技术，把这些参数实时传到诊断系统里，系统会同步盯着参数变化。一旦参数超出安全范围，就立刻报警，不用人去巡检，就能快速发现故障，避免故障藏着扩散，最后导致设备停机。另一方面，能准确找到故障位置，缩短维修时间。诊断技术会把设备当前的运行参数和以前的故障数据合在一起，建一套参数关联分析的逻辑。根据异常参数的类型、数值怎么变，就能准确判断故障出在哪个部件上——比如电机温度异常，就是轴承磨损了；电压忽高忽低，就是线路接触不好了。甚至能说清故障原因和严重程度，不用把部件一个个拆下来查，大大缩短找故障和后续修设备的时间，减少因为设备停机导致的生产中断、能源浪费等损失，让设备转得更有效率。

1.2 预判潜在故障，保障设备运行安全

电气工程自动化设备的故障，大多不是突然就坏了，而是从“参数有点异常”慢慢发展到“部件没法用”。故障诊断技术能提前看出没爆发的隐患，从“坏了再修”变成“提前防”，保证设备安全运行，主要体现在两点。一方面，能准确预判潜在故障。诊断系统靠大数据分析技术，把设备从用开始到现在的所有运行数据都合起来，比如部件用了多少年、参数有没有波动、以前坏过几次，然后找出故障发生的规律。比如某类部件用到一定年限，参数就容易异常；在特定环境下，电压就容易波动。当

部件参数刚出现一点小异常，还没引发明显故障时，系统就能预判故障会怎么发展，提前认出潜在隐患，比如部件快要老化不能用了、线路快要短路了。另一方面，能预警和防控联动，把隐患消灭在萌芽里。系统预判出潜在故障后，会自动给运维人员发预警信息，说清隐患在哪个部位、发展得快不快、风险有多高，还会匹配对应的防控方案——比如提前换老化的部件、调整设备运行参数、改善周边的运行环境。运维人员能在故障发生前做好防控，不让故障扩大，避免出现设备损坏、火灾、触电这些安全事故，切实保证设备运行安全，也保护周边人员和财产安全。

1.3 优化设备运维，降低综合管理成本

以前给这类设备做运维，大多是“到固定时间就修”，容易出现两种问题：要么“修多了”，部件没坏就换了；要么“修少了”，故障没及时发现。故障诊断技术能靠准确的诊断和预判，优化运维方式，减少总的管理成本，主要体现在两点。一方面，能让运维计划更精准，不浪费资源。诊断系统根据设备实时的运行状态和预判的潜在故障，制定“需要修才修”的计划——只有部件出现异常，或者预判快要坏了，才安排检修和更换，不用再按固定时间修。这样能避免两种浪费：一是不用频繁安排人拆修没故障的设备，省人力和时间；二是不用存太多备件，只针对可能坏的部件提前买，省备件库存的钱，也避免没坏的部件被换掉，减少浪费，同时还能减少因为修少了导致的故障维修成本。另一方面，能延长设备用的时间，减少换设备的钱。通过实时监测设备运行参数，能及时发现参数异常导致的部件损耗，比如电压太高会加速电机老化，运维人员能及时调整参数、改善运行环境，减少部件非正常损耗；同时，提前换掉快要坏的部件，能避免故障扩散，导致其他关联部件也坏了一一比如电机轴承坏了没修，导致电机定子、转子也坏了。这样能延长设备整体的使用寿命，减少买新设备的大额投入，最终做到“运维精准、成本最低”。

2 电气工程自动化设备故障诊断技术研究与应用的现存短板

2.1 技术自身存在局限，诊断精准度不足

诊断准不准，是这类技术的关键，但目前技术本身有局限，准度和可靠性不够，没法应对复杂设备的需求，容易误判、漏判。一方面，不会把多个参数放一起分析，

应对不了多因素引发的故障。设备运行参数多，电压、电流、温度、转速等，还互相影响——比如电压不稳定会让温度升高、转速变快。但有些诊断技术，只能单独看一个参数，不会关联分析。要是故障由多个参数一起导致，或者一个参数异常是另一个引起的，就容易判断错：要么把多原因故障归为一个，要么没找到问题根源，后续故障还会反复。另一方面，抗干扰能力差，环境影响会导致判断错。设备多在强电磁、多粉尘、潮湿的环境里运行，这些环境会干扰数据采集：电磁会让电压、电流数据不准，粉尘会挡着传感器让温度测不准，潮湿会让数据断更或出错。但有些诊断技术，没做好抗干扰——没选抗干扰的传感器，也不会区分“真异常”和“环境干扰的假异常”，直接用错数据判断，要么没故障却报警，要么有故障没发现，可靠性变差。

2.2 技术与设备适配性差，应用范围受限

不同类型、品牌、年限的设备，结构、参数标准、数据传输方式都不一样，对诊断技术的适配性要求高。但目前技术和设备适配差，推广不开。一方面，技术通用性差，只能适配一种设备。多数诊断技术是针对某一品牌、型号的设备研发的，接口、参数阈值、判断逻辑都只适合这一种设备。要用到其他设备上，得重新改接口、调参数，甚至重新研发，又花钱又费时间，还容易不稳定，没法在工厂、变电站等多设备场景推广，只能用在单一设备上。另一方面，老旧设备没法适配。很多用了10年以上的老设备，没留传感器安装孔、数据接口，也不支持新诊断系统的传输方式，传感器装不上、数据传不进去；而且老设备的参数标准和新技术不匹配，比如老电机温度阈值是90℃，新技术默认85℃，直接用会判断错，老设备只能继续靠人查故障，技术覆盖不到。

2.3 应用体系不完善，技术价值难释放

诊断技术要发挥作用，得有“技术-运维-管理”一套完整体系支撑，但目前体系有短板，技术价值发挥不出来。一方面，诊断和运维脱节。多数时候，诊断系统只负责发现故障、发预警，和运维没联动：预警信息要靠人传给运维团队，再手动做维修计划、调备件，容易信息滞后、传错，比如预警10分钟就发了，运维2小时才到现场，隐患已变成故障；甚至备件调错，没法及时修，技术的效率优势没转化成实际效果。另一方面，没统一的技术和管理规则，跨区域、跨场景没法协同。

不同地方、不同场景的技术标准不一样，比如同样电机，有的温度阈值设80℃，有的设85℃，设备跨区域用或联合运维时，数据没法互通，没法一起处理故障；而且没统一的管理流程，有的地方要求预警2小时内响应，有的没要求，部分场景还不及时更新技术，设备升级后技术跟不上，慢慢失效，技术价值没法释放。

3 电气工程自动化设备故障诊断技术研究与应用的推进策略

3.1 优化技术核心能力，提升诊断精准度

突破技术局限，重点强化“多参数一起分析”和“抗干扰”能力，让诊断更准、更可靠。一方面，研究多参数关联诊断技术，建“多参数融合分析模型”。把设备的电压、电流、温度、转速等核心参数都整合进来，找出参数间的关系——比如电压不稳会让温度升多少，转速异常和轴承磨损有啥关联。故障发生时，模型会把这些参数放一起分析，排除单一参数异常的干扰，准确判断故障原因和位置，不再误判、漏判。另一方面，提升技术抗干扰能力。造传感器时，就做好防护：加电磁屏蔽罩防电磁干扰，装防尘防水外壳防粉尘、潮湿，减少环境对数据的影响；同时，在诊断系统里加“干扰数据识别模块”，用算法认出那些突然乱变、没道理的数据，把它们删掉，只靠靠谱的数据判断故障，避免没故障报警、有故障不报的问题，让技术更可靠。

3.2 强化技术与设备适配，扩大应用范围

针对技术和设备适配差的问题，从“提升通用度”和“适配老设备”两方面做，让更多设备能用得上。一方面，推动诊断技术通用化研发。研发前先定统一标准：统一参数采集的精度、单位，统一数据传输的协议，统一传感器接口的尺寸和规格。按这个标准做出来的诊断系统，能兼容不同品牌、型号的设备——传感器随便装，数据直接读，不用改接口、转格式，降低多设备场景（工厂、变电站）的应用成本，实现“一套系统，多设备能用”。另一方面，给老设备做适配方案。老设备没接口，就做“外置、不接触的传感器”，吸在或卡在设备上，用红外等技术隔空采数据；老设备参数标准不一样，就做“参数转换模块”，把老设备的参数格式、单位，转成诊断系统能认的，让老设备也能接入系统，不再只覆盖新设备，扩大应用范围。

3.3 完善应用体系，释放技术价值

建“诊断-运维-管理”一套完整的体系，让技术价值真正发挥出来，重点做两点。一方面，搭“诊断-运维-备件”联动平台。把诊断系统、运维系统、备件系统合在一起，数据互通、流程自动转：诊断系统发预警，平台马上推给运维人员，同时查备件库存、找最近的人，规划好路线，生成检修计划；运维人员按计划修，修完把结果录进去，反馈给诊断系统，形成闭环，不用再靠人传信息、手动做计划，技术的效率优势能真正变成运维效果。另一方面，定统一的技术和管理规则。先定统一技术标准：明确不同设备的参数阈值、预警等级；再定统一运维流程：规定故障多久内响应、多久修好、备件怎么调。同时，定期评估技术和设备适配情况，设备升级了，技术也同步更新，确保跨区域、跨场景能一起干活，技术一直有效，价值充分释放。

4 结语

电气工程自动化设备故障诊断技术，是保障设备稳定运行、提升运维效率、降低管理成本的核心技术支撑，其应用价值不仅在于快速识别与定位故障，更在于提前预判隐患、优化运维模式，解决传统诊断方式的短板。当前，技术研究与应用虽面临诊断精准度不足、设备适配性差、应用体系不完善等问题，但通过技术核心能力优化、设备适配性提升、应用体系完善，可逐步突破这些瓶颈，充分释放技术价值。未来，随着人工智能、物联网技术的持续迭代，电气工程自动化设备故障诊断技术将向“全自主诊断”“智能决策执行”方向发展——系统可自主完成故障识别、定位、预判，甚至实现简单故障的远程自动修复，进一步提升诊断效率与精准度。唯有持续推进技术研究与应用优化，才能让故障诊断技术更好适配电气工程自动化设备的发展需求，为工业生产、能源供应、基础设施运行提供更坚实的稳定保障。

参考文献

- [1]于双江.电气自动化设备故障预防及检修方法研究[J].南方农机,2020,51(19):188-189.
- [2]郭川.电气自动化控制设备故障预防与检修技术的应用研究[J].冶金管理,2021,(15):45-46.
- [3]张晓春.电气自动化控制设备常见故障的维修及预防[J].中国设备工程,2024,(15):193-195.